

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-049512  
 (43)Date of publication of application : 18.02.2000

(51)Int.Cl. H01P 7/08  
 H01P 1/203  
 H01P 1/213

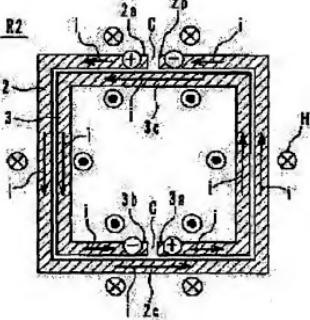
(21)Application number : 10-212819 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD  
 (22)Date of filing : 28.07.1998 (72)Inventor : HIDAKA SEIJI  
 OTA MITSUAKI

## (54) RESONATOR, FILTER, DUPLEXER AND COMMUNICATION DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To miniaturize, to make light in weight and also to obtain a resonator having an excellent loss characteristic, a filter, a duplexer and a communication device.

**SOLUTION:** Conductor lines 2 and 3 are respectively in an almost ring shape that has a cut part C. The line 3 is internally provided in parallel with the line 2 at a prescribed interval and also the part C of the line 3 is arranged at the position that is different from the part C of the line 2 by 180 degrees. When current (i) respectively flows in the lines 2 and 3, e.g. in the direction shown by the arrows, electric energy is converged and stored in the neighborhoods of the open end parts 2a, 2b, 3a and 3b and magnetic energy is converged and stored in the neighborhoods of the central parts 2c and 3c. That is, this resonator R2 consisting of the two conductor lines 2 and 3 is adjacently arranged with an area where electric energy is converged and stored and an area where magnetic energy is converged and stored and they are separated from each other.



## LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-49512

(P 2000-49512 A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000. 2. 18)

(51) Int. C1. 7

H 01 P

識別記号

7/08

1/203

1/213

F I

H 01 P

7/08

1/203

1/213

マーク (参考)

5J006

M

審査請求 未請求 請求項の数 1 3 O L

(全 1 頁)

(21) 出願番号 特願平10-212819

(71) 出願人 000006231

(22) 出願日 平成10年7月28日 (1998. 7. 28)

株式会社村田製作所

京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 日高 青路

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 太田 充昭

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(74) 代理人 100091432

弁理士 森下 武一

F ターム (参考) 5J006 HB03 HB13 HB16 HB21 JA01

KA01 LA02 LA21 NA04 NB07

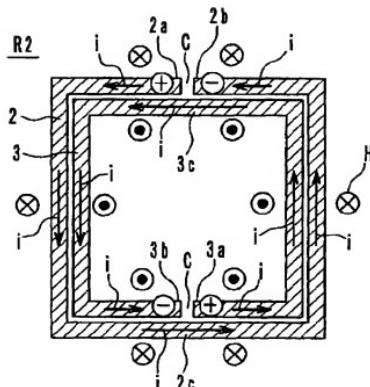
NC02

(54) 【発明の名称】共振器、フィルタ、デュブレクサ及び通信機装置

(57) 【要約】

【課題】 小型軽量化を図ると共に、優れた損失特性を有する共振器、フィルタ、デュブレクサ及び通信機装置を得る。

【解決手段】 備体線路2、3はそれぞれ切断部Cを有した略環形状のものである。線路3は、線路2の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路3の切断部Cが線路2の切断Cに対して180度異なる位置に配設されている。線路2、3内をそれぞれ電流Iが例えば矢印で示す方向に流れると、線路2、3の開放端部2a、2b、3a、3bの近傍には電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部2c、3c近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路2、3にて構成された共振器R2は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが隣接配置され、分散されている。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 絶縁性部材と、

前記絶縁性部材に設けられた、曲部を有しつつ電磁的に相互に結合した複数の導体線路とを備え、

前記導体線路のそれぞれ両端が開放端であり、該開放端を同一平面内又は導体線路の膜厚方向の少なくともいすれか一方で互いに異なる位置に配設したこと、  
を特徴とする共振器。

## 【請求項2】 絶縁性部材と、

前記絶縁性部材に設けられた、電磁的に相互に結合した複数の導体線路とを備え、

前記導体線路のそれぞれの両端が開放端であり、前記導体線路内を電流が一樣に分散して流れるように、前記導体線路の開放端を前記絶縁性部材の異なる位置に配設したこと、  
を特徴とする共振器。

【請求項3】 前記導体線路の形状が切断部を有したほぼ環状であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の共振器。

【請求項4】 前記導体線路の切断部を、隣接する導体線路相互間で180度異なる位置に配設したことを特徴とする請求項3記載の共振器。

【請求項5】 前記導体線路の縫端部に、該縫端部に沿って少なくとも1本の隙間を開け、前記縫端部の導体パターン幅及び隙間幅をほぼ表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載の共振器。

【請求項6】 複数の線状導体を隙間を有して配設して前記導体線路を構成し、前記線状導体の導体パターン幅及び前記隙間幅をほぼ表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載の共振器。

【請求項7】 前記導体線路を薄膜誘電体を介して積み重ね、最上層の前記導体線路を残して、残りの前記導体線路の膜厚及び前記薄膜誘電体の膜厚を表皮深さ以下の寸法に設定したことを特徴とする請求項1ないし請求項6記載の共振器。

【請求項8】 前記導体線路が全て同一形状パターンであることを特徴とする請求項7記載の共振器。

【請求項9】 同一平面内の隣接する前記導体線路の間の空隙に誘電体材料を充填したことを特徴とする請求項1ないし請求項8記載の共振器。

【請求項10】 前記導体線路の少なくとも一つが超伝導体であることを特徴とする請求項1ないし請求項9記載の共振器。

【請求項11】 請求項1ないし請求項10記載の共振器の少なくともいすれか一つを備えたことを特徴とするフィルタ。

【請求項12】 請求項11記載のフィルタを備えたことを特徴とするデュブレクサ。

【請求項13】 請求項11記載のフィルタ又は請求項12記載のデュブレクサの少なくともいすれか一つを備

えたことを特徴とする通信機装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、共振器、フィルタ、デュブレクサ及び通信機装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 マイクロ波帯やミリ波帯で用いられる共振器としては、特開昭62-193302号公報に記載のアヘビン共振器が知られている。このアヘビン共振器

は曲部を有した線路を誘電体基板上に設けたものであり、直線状の線路を有した共振器と比較して小型化できるという特徴がある。さらに、小型化を図ることができる別の共振器として、特開平2-96402号公報に記載の、スパイラル状の線路を誘電体基板上に設けた共振器が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来の共振器は、一つの半波長線路にて一つの共振器を構成したものであった。従って、従来の共振器は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが、それぞれ誘電体基板の特定の領域に分離されて偏在し、いわゆる集中定数素子として扱えた。具体的には、電気エネルギーが蓄積される領域は半波長線路の開放端部近傍であり、磁気エネルギーが蓄積される領域は半波長線路の中央部近傍である。

【0004】 ここに、磁気エネルギーは、アンペールの法則により、電流が半波長線路内を流れることによって蓄積される。つまり、磁気エネルギーを蓄積する領域が特定の場所に集中するということは、電流がその場所に集中していることを意味する。ところが、マイクロ波帯やミリ波帯の高周波では、いわゆる縫端効果により、半波長線路の縫端部に電流が集中し、縫端部における導体損失が大きくなる。このため、電流が特定の場所に集中することは、縫端効果による導体損失を著しく大きくすることになる。

【0005】 また、共振器を小型化する場合、誘電体基板のサイズを小さくすると共に、誘電体基板の誘電率も高くする必要がある。誘電体基板のサイズの縮小に伴つて半波長線路の長さが短くなると、共振周波数が高くなる（例えば10GHz）ので、誘電体基板の誘電率を高くして共振周波数を下げて元の所望の共振周波数（例えば2GHz）にしなければならないためである。ところが、実用上低損失誘電体基板の誘電率にはいくらでも大きな値が使えないという限界があるため、共振器の小型化にも限界があった。

【0006】 そこで、本発明の目的は、小型軽量化を図ると共に、優れた損失特性を有する共振器、フィルタ、デュブレクサ及び通信機装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段と作用】 以上の目的を達成

するため、本発明に係る共振器は、(a) 絶縁性部材と、(b) 前記絶縁性部材に設けられた、曲部を有しかつ電磁気的に相互に結合した複数の導体線路とを備え、

(c) 前記導体線路のそれぞれ両端が開放端であり、該開放端在同一平面内又は導体線路の膜厚方向の少なくともいずれか一方で互いに異なる位置に配設したこと、を特徴とする。より具体的には、導体線路の形状を、切断部を有したほぼ楕円形とし、その切断部を、隣接する導体線路相互間で、例えば180度又は90度異なる位置に配設する。

【0008】以上の構成により、電気エネルギーが蓄積される領域と磁気エネルギーが蓄積される領域とが絶縁性部材に分散され、電界・磁界分布の片寄りが少なくなる。従って、導体線路内を流れる電流の密度が一様化される。言い換えると、導体線路の長手方向の電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線群に変形される。このように、電流分布が均一化するため、端効果及び表皮効果による導体損失が低減される。

【0009】また、本発明に係る共振器は、導体線路の端部に、該線端部に沿って少なくとも1本の間隙を設け、前記端部の導体パターン幅及び間隔幅をほぼ電流の表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする。あるいは、複数の線状導体を間隙を有して配設して導体線路を構成し、前記線状導体の導体パターン幅及び前記間隙の幅をほぼ表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする。

【0010】以上の構成により、導体線路を流れる電流が、ほぼ表皮深さ寸法のパターン幅を有する導体に分流することになる。従って、端効果や表皮効果が緩和され、導体損失が更に低減される。

【0011】また、本発明に係る共振器は、導体線路を薄膜誘電体を介して積み重ね、最上層の前記導体線路を残して、残りの前記導体線路の膜厚及び前記薄膜誘電体の膜厚を表皮深さ以下の寸法に設定したことを特徴とする。ここに、導体線路は全て同一形状パターンであってもよい。

【0012】以上の構成により、電流は、積み重ねられた複数の導体線路に分流することになる。従って、導体線路の膜厚方向に対しても電流の端効果や表皮効果が緩和され、導体損失が更に低減される。

【0013】また、同一平面内の隣接する前記導体線路の間の空隙に誘電体材料を充填することにより、誘電体材料の誘電率に応じて導体線路の間隔寸法を変更でき、共振器の設計の自由度が大きくなる。

【0014】さらに、導体線路の各部において電流集中が緩和されると、パターン幅の細い(断面積の小さい)導体線路であっても、電流密度を超伝導状態を保つために必要とされる臨界電流密度以下にできる。従って、超伝導体からなる導体線路は、超伝導状態を容易に保つことが可能となる。

【0015】さらに、本発明に係るフィルタやデュプレ

クサや通信機装置は、前述の特徴を有する共振器を備えることより、挿入損失が低減され、かつ、小型化が図れる。

### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る共振器、フィルタ、デュプレクサ及び通信機装置の実施形態について添付図面を参照して説明する。

【0017】【原理、図1～図5】共振器を複数の導体線路にて構成することによって共振器の導体損失を低減させることができることを、図1及び図2を参照して説明する。図1及び図2は、それぞれ一つ及び二つの導体線路にて一つの共振器を構成した場合の、共振器の電磁界分布図である。

【0018】図1に示すように、導体線路1は、切断部Cを有した略楕円形状のものであり、その長さは $\lambda/2$

( $\lambda$ ：共振器の共振周波数の波長)である。この導体線路1内を電流iが例えば矢印で示す方向に流れると、線路1の開放端部1a、1bの近傍には、電気エネルギーが集中して蓄積され、磁気エネルギーは少ししか蓄積されない。

従って、開放端部1a、1b間に最大電位差が得られる。一方、線路1内を電流iが流れることによって、アンペールの法則により磁界Hが線路1の周囲に発生し、線路1の中央部1cの近傍には、磁気エネルギーが集中して蓄積され、電気エネルギーは少ししか蓄積されない。従って、一つの導体線路1にて構成された共振器R1は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが分離されて偏在し、いわゆる集中定数素子として扱われる。

【0019】この共振器R1は、導体線路1の長手方向の電流分布が正弦曲線であり、線路1の開放端部1a、1bでその振幅が最小(底)となり、中央部1cでその振幅が最大(腹)となる。つまり、中央部1cで電流密度が最大となり、端効果による導体損失が著しく大きくなる。なお、図1及び図2においては、電流iの矢印の長さで電流密度の稠密を表示している。すなわち、矢印が短ければ電流密度が低く、矢印が長ければ電流密度が高い。また、磁界HのZ成分の方向記号の径の大きさで磁界強度の強弱を表示している。すなわち、方向記号の径が小さければ磁界強度が弱く、方向記号の径が大きければ磁界強度が強い。

【0020】これに対して、次に、図2に示すように、二つの導体線路2、3にて構成した共振器R2について説明する。導体線路2、3はそれぞれ切断部Cを有した略楕円形状のものである。線路3は、線路2の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路3の切断部Cが線路2の切断Cに対して180度異なる位置に配設されている。共振器R2が、共振しているとき、隣接する線路2、3内をそれぞれ流れる電流iの方向は、同一方向である。

【0021】線路2、3内をそれぞれ電流iが例えば矢

印で示す方向に流れると、線路2、3の開放端部2a、2b、3a、3bの近傍には電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部2c、3c近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路2、3にて構成された共振器R2は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが隣接配置され、分散されている。これにより、磁界分布の片寄りが少なくなり、線路2、3の実効インダクタンスを増大させ、共振器R2の無負荷Qを向上させることができる。

【0022】言い換えると、導体線路2、3は、それぞれ長手方向の電流分布が正弦曲線であり、開放端部2a、2b、3a、3bでの振幅が最小(節)となり、中央部2c、3cでの振幅が最大(腹)となる。ところが、線路2の開放端部2a、2bと線路3の中央部3cとが隣接配置されているため、両者間で相互誘導が生じる。同様に、線路2の中央部2cと線路3の開放端部3a、3bも隣接配置されているので、両者間で相互誘導が生じる。これにより、互いの電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線に変形する。この結果、導体線路2、3内を流れる電流Iの密度が一様化され、絶縁端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。

【0023】次に、共振器を複数の導体線路にて構成することによって、共振器の共振周波数を低下させることができることを、平面回路シミュレーション解析に基づいて説明する。

【0024】図3の(A)～(D)はそれぞれ解析に用いた共振器R3～R6を示す。図3(A)に示した共振器R3は、切断部Cを有した略環状の導体線路4を備えたものである。線路4のバターン幅は $4.0 \mu\text{m}$ に設定した。図3(B)に示した共振器R4は、切断部Cを有した略環状の導体線路5、6を備えたものである。線路6は、線路5の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路6の切断部Cを線路5の切断部Cに隣接して配設している。線路5、6のバターン幅は $1.90 \mu\text{m}$ 、線路5、6の間隔は $2.0 \mu\text{m}$ に設定した。図3

(C)に示した共振器R5は、切断部Cを有した略環形状の導体線路7、8を備えたものである。線路8は、線路7の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路8の切断部Cを線路7の切断部Cに対して $90^\circ$ 度異なる位置に配設している。線路7、8のバターン幅は $1.90 \mu\text{m}$ 、線路7、8の間隔は $2.0 \mu\text{m}$ に設定した。図3(D)に示した共振器R6は、切断部Cを有した略環形状の導体線路9、10を備えたものである。線路10は、線路9の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路10の切断部Cを線路9の切断部Cに対して $180^\circ$ 度異なる位置に配設している。線路9、10のバターン幅は $1.90 \mu\text{m}$ 、線路9、10の間隔は $2.0 \mu\text{m}$ に設定した。

【0025】図4は共振器R3～R6のシミュレーション解析結果を示すグラフである。共振器R3の共振特性は点線で表示されている。共振器R3の共振周波数(基本モード)は $3.33 \text{ GHz}$ であり、基本モードより高い周波数をもつスプリアスマード(2次モード)が周波数 $6.64 \text{ GHz}$ に発生している。共振器R4の共振特性は二点鎖線で表示されている。共振器R4の共振周波数(基本モード)は $2.95 \text{ GHz}$ であり、スプリアスマード(2次、3次及び4次モード)はそれぞれ周波数 $10.3.52 \text{ GHz}$ 、 $4.74 \text{ GHz}$ 及び $6.92 \text{ GHz}$ に発生している。共振器R4は、二つの導体線路5、6にて構成されることで、線路5、6間に発生する静電容量の影響により、共振周波数が共振器R3より低くなる。しかしながら、2次スプリアスマードが共振周波数(基本モード)に接近して発生し、フィルタとして使用しづらいという問題がある。

【0026】共振器R5の共振特性は一点鎖線で表示されている。共振器R5の共振周波数(基本モード)は $2.20 \text{ GHz}$ であり、スプリアスマード(2次及び3次)はそれぞれ周波数 $4.06 \text{ GHz}$ 、 $5.60 \text{ GHz}$ に発生している。共振器R5は、二つの導体線路7、8にて構成されると共に、相互の切断部Cが $90^\circ$ 度異なる位置に配置されている。これにより、線路7、8間に発生する静電容量の影響に加え、相互誘導量が増加すると考えられ、共振器のサイズが同じであれば、共振周波数が共振器R3の $2/3$ 程度まで低くなる。しかも、2次及び3次スプリアスマードが高周波側に移動し、共振器R4と比較して共振周波数(基本モード)から離れるので、フィルタとしての使用に適している。

【0027】共振器R6の共振特性は実線で表示されている。共振器R6の共振周波数(基本モード)は $2.15 \text{ GHz}$ であり、スプリアスマード(2次及び3次)はそれぞれ $4.86 \text{ GHz}$ 、 $6.18 \text{ GHz}$ に発生している。共振器R6は、二つの導体線路9、10にて構成されると共に、相互の切断部Cが $180^\circ$ 度異なる位置に配置されている。これにより、線路9、10間に発生する静電容量の影響に加え、相互誘導量が増加すると考えられ、共振周波数が共振器3の $2/3$ 程度まで低くなる。しかも、2次及び3次スプリアスマードが共振器R5より更に高周波側に移動し、共振周波数(基本モード)から離れるので、フィルタとしての使用に適している。

この結果、共振器を複数の導体線路にて構成することで、絶縁性基板の誘電率をアップさせなくても、絶縁性基板のサイズを小さくして共振器を小型化できる。

【0028】ささらに、図5の(A)及び(B)に示すように、共振器を三つ及び四つの導体線路にて構成した場合の、共振器の共振周波数について平面回路シミュレーション解析に基づいて説明する。

【0029】図5(A)に示した共振器R7は、切断部Cを有した略環形状の導体線路11～13を備えたもの

である。線路1～13は所定の間隔を有して並設されると共に、隣接する線路1～13の切断部Cが相互に180度異なる位置に配設されている。線路1～13のパターン幅は12.0μm、線路1～13の間隔は2.0μmに設定した。以上の構成からなる共振器R7をシミュレーションした結果、共振周波数（基本モード）は1.78GHzであった。

【0030】図5（B）に示した共振器R8は、切断部Cを有した略環形状の導体線路14～17を備えたものである。線路14～17は所定の間隔を有して並設されると共に、隣接する線路14～17の切断部Cが相互に180度異なる位置に配設されている。線路14～17のパターン幅は8.5μm、線路14～17の間隔は2.0μmに設定した。以上の構成からなる共振器R8をシミュレーションした結果、共振周波数（基本モード）は1.57GHzであった。

【0031】この結果、共振器を構成する導体線路の数を増加させることにより、共振器の共振周波数が低減され、共振器の小型化（小面積化）を更に図ることができることがわかる。

【0032】〔第1実施形態、図6～図18〕図6に示すように、共振器R9は、絶縁性基板21と、この絶縁性基板21の上面に設けた二つの導体線路22、23と、絶縁性基板21の下面及び外周端部に設けたグランド導体25と、絶縁性基板21の端部に設けた入力端子28及び出力端子29とで構成されている。絶縁性基板21の材料としては、誘電体や絶縁体等が用いられる。

【0033】導体線路22、23は、それぞれ3箇所に直角に折れ曲がった曲部を有し、その両端部22a、22b、23a、23bは開放端とされている。線路22の開放端22a、22bは近接され、開放端22aと22bの間に線路23の中央部23cが配置されている。同様に、線路23の開放端23a、23bは近接され、開放端23aと23bの間に線路22の中央部22cが配置されている。開放端22aと22bは、開放端23aと23bに対して180度異なる位置に配設されている。さらに、線路22、23は所定の間隙Dを有して並設されている。こうして、線路22、23は絶縁性基板21の上面で相互誘導及び容量結合している。入力端子28及び出力端子29は、それぞれ所定の間隙を有して線路22、23の開放端22a、22bに近接し、開放端22a、22bに容量結合している。

【0034】これら導体線路22、23、グランド導体25及び入出力端子28、29は、絶縁性基板21の表面にA g、Ag-Pd、Cu等の導電性材料を印刷やスパッタリング、蒸着等の手法により膜状に形成した後、周知のフトリグラフィの技術（レジスト膜塗布、露光、レジスト膜現像、導電性材料エッチング、レジスト剥離）等を用いて形成される。

【0035】入力端子28から高周波信号が供給され、

共振器R9が共振しているとき、隣接する線路22、23内をそれぞれ流れる電流の方向は同一方向である。線路22、23内をそれぞれ電流が流れると、線路22、23の開放端部22a、22b、23a、23bの近傍には電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部22c、23cの近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路22、23にて構成された共振器R9は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが隣接配置され、分散されている。これにより、磁界分布の片寄りが少くなり、線路22、23の実効インダクタンスを増大させ、共振器R9の無負荷Qを向上させることができる。

【0036】言い換えると、導体線路22、23は、それぞれ長手方向の電流分布が正弦曲線であり、開放端部22a、22b、23a、23bでの振幅が最小（節）となり、中央部22c、23cでの振幅が最大（腹）となる。ところが、線路22の開放端部22a、22bと線路23の中央部23cとが隣接配置されているため、両者間で相互誘導が生じる。同様に、線路22の中央部22cと線路23の開放端部23a、23bとも隣接配置されているので、両者間で相互誘導が生じる。これにより、互いの電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線に変形する。この結果、導体線路22、23内を流れる電流の密度が一様化され、線端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。

【0037】さらに、共振器R9を二つの導体線路22、23にて構成することによって、従来の共振器と比較して共振周波数を低下させることができる。この結果、絶縁性基板21の誘電率をアップさせなくても、絶縁性基板21のサイズを小さくして共振器R9を小型化できる。

【0038】また、導体線路22、23は、通常、それぞれ図7（A）に示すように、一つの導体パターンである。ところで、マイクロ波帯やミリ波帯の高周波帯で用いられる共振器R9の場合、図7（A）に示したような導体パターンの導体線路22、23では、縁端効果により、縁端部に電流が集中する傾向にある。そこで、図7（B）に示すように、縁端部での電流集中を緩和させるために、線路22、23のそれぞれの両縁端部に、該縁端部に沿って2本の間隙31を設け、縁端部の導体パターン幅及び間隙幅をほぼ電流の表皮深さ寸法に設定するようにしてよい。これにより、導体線路22、23の縁端部に細い導体パターンが構成され、細い導体パターンと主たる導体パターンに電流が分流することになる。この結果、電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0039】さらに、図7（B）では、線路22、23の縁端部に設けた間隙31と、線路22と23の間隙D

と誘電体材料3 3を充填して線路2 2, 2 3間の結合容量を大きくしている。これにより、誘電体材料3 3の誘電率に応じて線路2 2と2 3の間隙Dの寸法を変更でき、共振器R 9の設計の自由度が大きくなる。

【0040】また、共振器R 9は、前記二つの導体線路2 2, 2 3にて構成されるもの他に、図8～図18にそれぞれ示した導体線路にて構成されるものであってもよい。図8は、四つの導体線路4 1～4 4にて構成されたものである。線路4 1～4 4の切断部Cは、隣接する線路4 1～4 4相互間で90度異なる位置に配設されている。図9及び図10は、それぞれ四角形の角部に切断部Cを有する略環形状の導体線路4 5～4 8, 4 9～5 2にて構成されたものである。図9では、切断部Cが、隣接する線路4 5～4 8相互間で90度異なる位置に配設されている。図10では、切断部Cが、隣接する線路4 9～5 2相互間で180度異なる位置に配設されている。

【0041】図11は、導体線路5 3～5 6にて構成されたものである。導体線路5 3～5 6の間隙には誘電体材料3 3が充填されている。図12及び図13は、それぞれ二つのスパイラル状の導体線路5 7, 5 8、導体線路5 9, 6 0にて構成されたものである。線路5 7と5 8の間隙及びに線路5 9と6 0の間隙には誘電体材料3 3が充填されている。図14は、二つのコ字形状の導体線路6 1, 6 2にて構成されたものである。図15は、図14に示した線路6 1, 6 2の内側に、さらに導体線路6 3を配置したものである。線路6 1～6 3の相互の間隙には誘電体材料3 3が充填されている。図16は、四つの略円環形状の導体線路6 4～6 7にて構成されたものである。線路6 4～6 7の切断部Cは、隣接する線路6 4～6 7相互間で180度異なる位置に配設されている。図17は、導体線路6 8～7 1のそれぞれの中央部のパターン幅を、開放端部のパターン幅より広くすることにより、電流密度が最大となる中央部のパターン断面積を大きくして、さらに導体損失を低減させている。

【0042】図18は、一定のパターン幅Wを有する1本の略環形状の導体線路7 2～8 1を一定の間隙幅D1を保って、点線2 2で囲んだ領域に並設したものである。線路7 2～8 1の切断部Cは、隣接する線路7 2～8 1相互間で180度異なる位置に配設されている。線路7 2～8 1のパターン幅W及び間隙幅D 1は、表皮深さ寸法程度に設定されている。これにより、線路7 2～8 1に電流が分流し、電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0043】【第2実施形態、図19～図26】第2実施形態は、絶縁性基板上に導体線路と誘電体とを積み重ねた構造の共振器について説明する。

【0044】図19に示すように、絶縁性基板1 0 1の上面にコ字形状の導体線路1 0 2を設け、下面及び外周端部にグランド導体1 0 6を設け、端部に入力端子1 0

8及び出力端子1 0 9を設ける。線路1 0 2の両端部1 0 2 a, 1 0 2 bは開放端とされ、それぞれ所定の間隙を有して入力端子1 0 8及び出力端子1 0 9に近接し、容量結合している。さらに、図20及び図21に示すように、線路1 0 2の上に誘電体1 0 4を介して、線路1 0 2と同形の導体線路1 0 3を、線路1 0 2に対して180度回転した状態で積層する。

【0045】線路1 0 2の開放端部1 0 2 aと1 0 2 bの間には、線路1 0 3の中央部1 0 3 cが配置されている。同様に、線路1 0 3の開放端部1 0 3 aと1 0 3 bの間には、線路1 0 2の中央部1 0 2 cが配置されている。開放端部1 0 2 aと1 0 2 bは、開放端部1 0 3 aと1 0 3 bに対して180度異なる位置に配設されている。

【0046】こうして、得られた共振器R 1 0の線路1 0 2, 1 0 3は、誘電体1 0 4を介してその膜厚方向に相互誘導及び容量結合している。入力端子1 0 8から高周波信号が供給され、共振器R 1 0が共振しているとき、隣接する線路1 0 2, 1 0 3内をそれぞれ流れ電流の方向は同一方向である。線路1 0 2内を電流が流れると、線路1 0 2の開放端部1 0 2 a, 1 0 2 bの近傍及び開放端部1 0 2 a, 1 0 2 bで挟まれた部分には、電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部1 0 2 c近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。同様に、線路1 0 3内を電流が流れると、線路1 0 3の開放端部1 0 3 a, 1 0 3 bの近傍及び開放端部1 0 3 aと1 0 3 bで挟まれた部分には、電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部1 0 3 c近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路1 0 2, 1 0 3にて構成された共振器1 0は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中される領域とが隣接配置され、分散されている。これにより、磁界分布の片寄りが少なくなる。

【0047】言い換えると、導体線路1 0 2, 1 0 3は、それぞれ長手方向の電流分布が正弦曲線であり、開放端部1 0 2 a, 1 0 2 b, 1 0 3 a, 1 0 3 bでの振幅が最小(節)となり、中央部1 0 2 c, 1 0 3 cでの振幅が最大(腹)となる。ところが、線路1 0 2の開放端部1 0 2 a, 1 0 2 bと線路1 0 3の中央部1 0 3 cとが隣接配置されているため、両者間で相互誘導が生じる。同様に、線路1 0 2の中央部1 0 2 cと線路1 0 3の開放端部1 0 3 a, 1 0 3 bも隣接配置されているので、両者間で相互誘導が生じる。これにより、互いの電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線に変形する。この結果、導体線路1 0 2, 1 0 3内を流れる電流の密度が一様化され、縁端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。

【0048】さらに、共振器R 1 0を二つの導体線路1 0 2, 1 0 3にて構成することによって、従来の共振器と比較して共振周波数を低下させることができる。この

結果、絶縁性基板101の誘電率をアップさせなくても、絶縁性基板101のサイズを小さくして共振器R10を小型化できる。

【0049】また、図22に示すように、導体線路102、103のそれぞれの両端部に、該端部に沿って3つの間隔t11を設け、端部の導体パターン幅及び間隔幅を表皮深さ以下の寸法に設定するようにしてもよい。これにより、線路102、103の端部に細い導体パターンが構成され、細い導体パターンと主たる導体パターンに電流が分流することになる。この結果、電流の端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0050】さらに、共振器R10は、前記二つの導体線路102、103にて構成されるもの他に、図23～図28に示された導体線路にて構成されるものであつてもよい。図23は、導体線路112a、112b及び導体線路113a、113bを、それぞれ誘電体104を介して交互に積み重ね、多層構造(図23の場合は4層構造)の線路102、103としたものである。このとき、最上層の線路113b以外の線路112a、112b、113aの膜厚t1と誘電体104の膜厚t2を表皮深さ以下の寸法に設定する。こうして、線路102、103を多層化することにより、電流は線路112a、112b及び線路113a、113bに分流することになる。従って、線路102、103の膜厚方向に対しても電流の端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0051】図24は、切断部Cを有した四角形の略環状導体線路115((A)参照)の上に、誘電体を介して線路115と同形の導体線路116((B)及び(C)参照)を積層して構成したものである。図24(B)は、切断部Cが、隣接する線路115、116相互間で90度異なる位置に配設されている場合である。図24(C)は、切断部Cが、隣接する線路115、116相互間で180度異なる位置に配設されている場合である。なお、図24において、導体線路115、116の切断部Cは四角形の角部に形成されていてもよいし、また、導体線路115、116の形状は切断部Cを有した略円形の形であってもよい。

【0052】また、図25及び図26に示した共振器R11は、図6に示した共振器R9において、導体線路122a、122b及び導体線路123a、123bを、それぞれ誘電体124を介して積み重ね、多層構造(図26の場合は2層構造)の線路22、23としたものである。線路122a、122bは相互に同一形状パターンであり、線路123a、123bも相互に同一形状パターンである。このとき、最上層の線路122b、123b以外の線路122a、123aの膜厚t1と誘電体124の膜厚t2を表皮深さ以下の寸法に設定する。こうして、導体線路22、23を多層化することにより、

電流は、線路122a、122b及び線路123a、123bに分流することになる。従って、線路22、23の膜厚方向に対しても電流の端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0053】【第3実施形態、図27及び図28】第3実施形態は、本発明に係るフィルタの一実施形態を示すもので、3段バンドパスフィルタを例にして説明する。

【0054】図27及び図28に示すように、バンドパスフィルタ131は、絶縁性基板132の上面に、図5(B)に示した共振器R8を3個並設する。さらに、絶縁性基板132の左側端部に入力端子135を設け、この入力端子135を基板132の左側に配設された共振器R8の導体線路14の開放端部に近接させ、容量結合させる。同様に、基板132の右側端部に出力端子136を設け、この出力端子136を基板132の右側に配設された共振器R8の導体線路14の開放端部に近接させ、容量結合させる。絶縁性基板132は、遮蔽ケース137内に収容されている。こうして得られたバンドパスフィルタ131は、挿入損失が少なくかつ小型化をす

ることができる。

【0055】【第4実施形態、図29】第4実施形態は、本発明に係るデュブレクサ(アンテナ共用器)の一実施形態を示すものである。図29に示すように、デュブレクサ141は、送信端子Txとアンテナ端子ANTの間に送信フィルタ142が電気的に接続し、受信端子Rxとアンテナ端子ANTの間に受信フィルタ143が電気的に接続している。ここに、送信フィルタ142や受信フィルタ143として、前記第3実施形態のフィルタ131を使用することができる。このフィルタ131を実装することにより、挿入損失が少なくかつ小型化を図ることができるデュブレクサ141を実現することができる。

【0056】【第5実施形態、図30】第5実施形態は、本発明に係る通信機装置の一実施形態を示すもので、携帯電話を例にして説明する。

【0057】図30は携帯電話150のRF送受信部分の電気回路ブロック図である。図30において、151はアンテナ素子、152はアンテナ共用器、153は受信回路、154は送信回路である。ここに、アンテナ共用器152として、前記第4実施形態のデュブレクサ141を使用することができる。このデュブレクサ141を実装することにより、RF送受信部分の挿入損失が低減され、携帯電話150の雑音特性や伝送速度等の通信品質を向上させることができる。

【0058】【他の実施形態】なお、本発明に係る共振器、フィルタ、デュブレクサ及び通信機装置は前記実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0059】前記実施形態では、切断部Cを、隣接する導体線路相互間で90度あるいは180度異なる位置に

配設しているが、必ずしもこれに限るものではなく、切断部Cは任意の角度の異なる位置に配設することができると。

【0060】さらに、導体線路の少なくとも一つを超伝導体で構成してもよい。本発明においては、線路の各部において電流集中が緩和されるので、パターン幅の細い(断面積の小さい)線路であっても、電流密度を超伝導状態を保つために必要とされる臨界電流密度以下にでき、超伝導体からなる導体線路を超伝導状態に容易に保つことができる。超伝導体には、イットリウム系やビスマス系等の高温超伝導体を用いるのが好ましい。

【0061】また、本発明に係る導体線路は、マイクロストリップラインの他に、周知のコブレーナガイド、スロットガイド、平面誘電体線路(特開平8-265007号公報参照)、サスペンデッドストリップ、フインラン、ストリップライン、非対称ストリップライン、トリプレートライン、並行ストリップライン等を含むものである。

#### 【0062】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明によれば、絶縁性部材と、それぞれ両端が開放端の複数の導体線路と共振器を構成し、各導体線路の開放端を互いに異なる位置に配設したので、電気エネルギーが蓄積される領域と磁気エネルギーが蓄積される領域が絶縁性部材に分散され、磁界分布の片寄りが少なくなる。従って、導体線路内を流れる電流の密度が一様化され、線端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。さらに、共振器を複数の導体線路にて構成することで、共振器の共振周波数を低下させることができ、絶縁性部材の誘電率をアップさせなくても、絶縁性部材のサイズを小さくして共振器の小型化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る共振器の原理を説明するための電流と磁界分布図。

【図2】本発明に係る共振器の原理を説明するための電流と磁界分布図。

【図3】本発明に係る共振器の原理を説明するためのもので、(A)、(B)、(C)、(D)はそれぞれ異なる導体線路を備えた共振器の平面図。

【図4】図3に示した各共振器の共振周波数特性を示すグラフ。

【図5】本発明に係る共振器の原理を説明するためのもので、(A)、(B)はさらに別の導体線路を備えた共振器の平面図。

【図6】本発明に係る共振器の第1実施形態を示す斜視図。

【図7】(A)は図6に示した共振器の導体線路の拡大継断面図、(B)は別の導体線路の拡大継断面図。

【図8】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平

面図。

【図9】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図10】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図11】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図12】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

10 【図13】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図14】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図15】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図16】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図17】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

20 【図18】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図19】本発明に係る共振器の第2実施形態を示す斜視図。

【図20】図19に続く製造手順を示す斜視図。

【図21】図20に示した共振器の導体線路の拡大継断面図。

【図22】図20に示した共振器の別の導体線路の拡大継断面図。

【図23】図20に示した共振器のさらに別の導体線路の拡大継断面図。

30 【図24】図20に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図25】本発明に係る共振器のさらに別の実施形態を示す斜視図。

【図26】図25に示した共振器の導体線路の拡大継断面図。

【図27】本発明に係るフィルタの一実施形態を示す内部平面図。

【図28】図27に示したフィルタの継断面図。

40 【図29】本発明に係るデュブレクサの一実施形態を示す電気回路ブロック図。

【図30】本発明に係る通信器装置の一実施形態を示す電気回路ブロック図。

【符号の説明】

2, 3…導体線路

2 a, 2 b, 3 a, 3 b…開放端部

7~14…導体線路

2 1…絶縁性基板

2 2, 2 3…導体線路

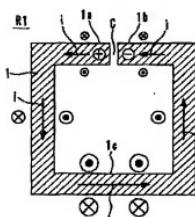
50 2 2 a, 2 2 b, 2 3 a, 2 3 b…開放端部

- 2 5 … グラウンド導体  
 2 8 … 入力端子  
 2 9 … 出力端子  
 3 1 … 間隙  
 3 3 … 誘電体材料  
 4 1 ~ 8 1 … 导体線路  
 1 0 1 … 絶縁性基板  
 1 0 2, 1 0 3 … 导体線路  
 1 0 2 a, 1 0 2 b, 1 0 3 a, 1 0 3 b … 開放端部  
 1 0 4 … 誘電体  
 1 0 6 … グラウンド導体  
 1 0 8 … 入力端子  
 1 0 9 … 出力端子  
 1 1 1 … 間隙  
 1 1 2 a, 1 1 2 b, 1 1 3 a, 1 1 3 b … 导体線路  
 1 1 5, 1 1 6 … 导体線路  
 1 2 2 a, 1 2 2 b, 1 2 3 a, 1 2 3 b … 导体線路  
 3 3 … 誘電体材料  
 1 3 1 … フィルタ  
 1 3 2 … 絶縁性基板  
 1 3 5 … 入力端子

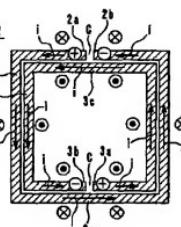
- 1 3 6 … 出力端子  
 1 3 7 … 遮蔽ケース  
 1 4 1 … デュブレクサ  
 1 4 2 … 送信フィルタ  
 1 4 3 … 受信フィルタ  
 1 5 0 … 携帯電話  
 1 5 1 … アンテナ素子  
 1 5 2 … アンテナ共用器  
 1 5 3 … 受信回路  
 1 5 4 … 送信回路  
 R 2, R 5 ~ R 11 … 振動器  
 C … 切断部  
 D … 間隙  
 W … パターン幅  
 D 1 … 間隙幅  
 t 1 … 导体線路の膜厚  
 t 2 … 誘電体の膜厚  
 A N T … アンテナ端子  
 T x … 送信端子  
 R x … 受信端子

20 R x … 受信端子

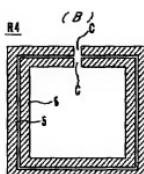
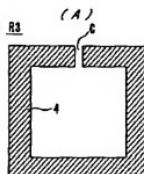
【図1】



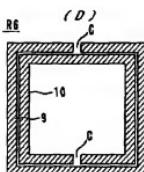
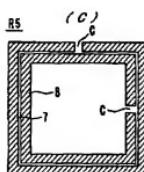
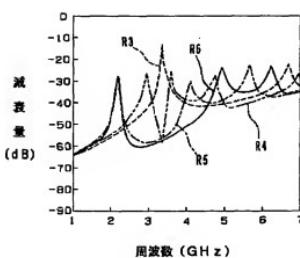
【図2】



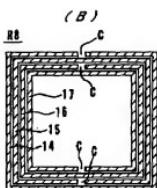
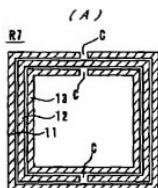
【図3】



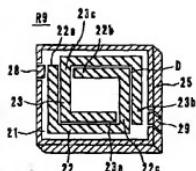
【図4】



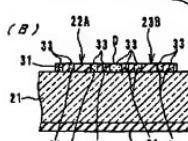
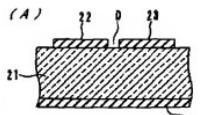
【図5】



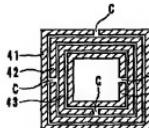
【図6】



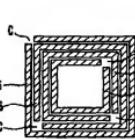
【図7】



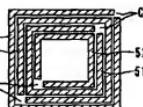
【図8】



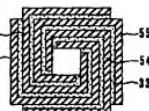
【図9】



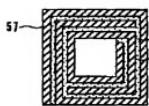
【図10】



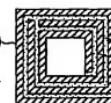
【図11】



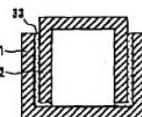
【図12】



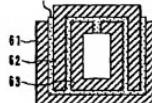
【図13】



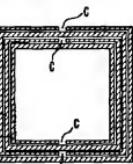
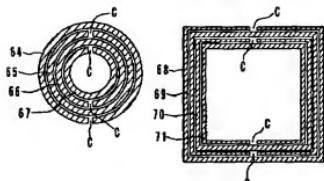
【図14】



【図15】

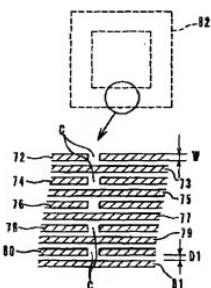
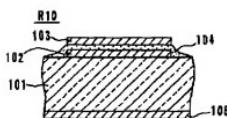


【図16】

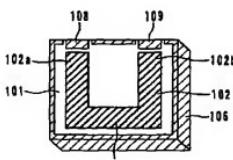


【図18】

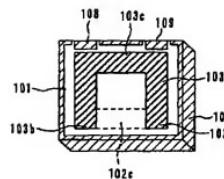
【図21】



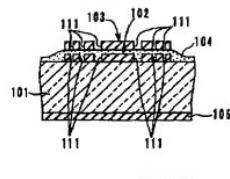
【図19】



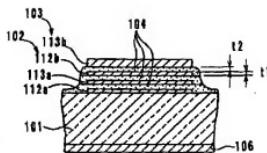
【図20】



【図22】

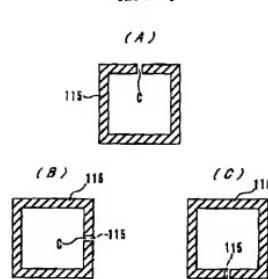


【図23】

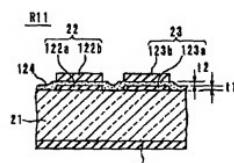
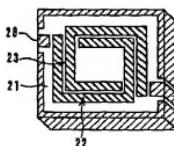


【図25】

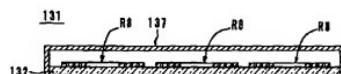
【図24】



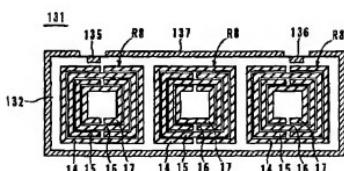
R11



【図28】



【図27】



【図29】

【図30】

